

UTILIZACION DE MATERIALES PLIOCUATERNARIOS EN PRESAS DE "MATERIALES SUELTOS"

ALGUNOS EJEMPLOS ESPAÑOLES

Por GUILLERMO GOMEZ LAA
Prof. Doctor Ingeniero de C., C. y P.

MANUEL ALONSO FRANCO
Doctor Ingeniero de C., C. y P.

JOSE LUIS ROMERO HERNANDEZ
Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

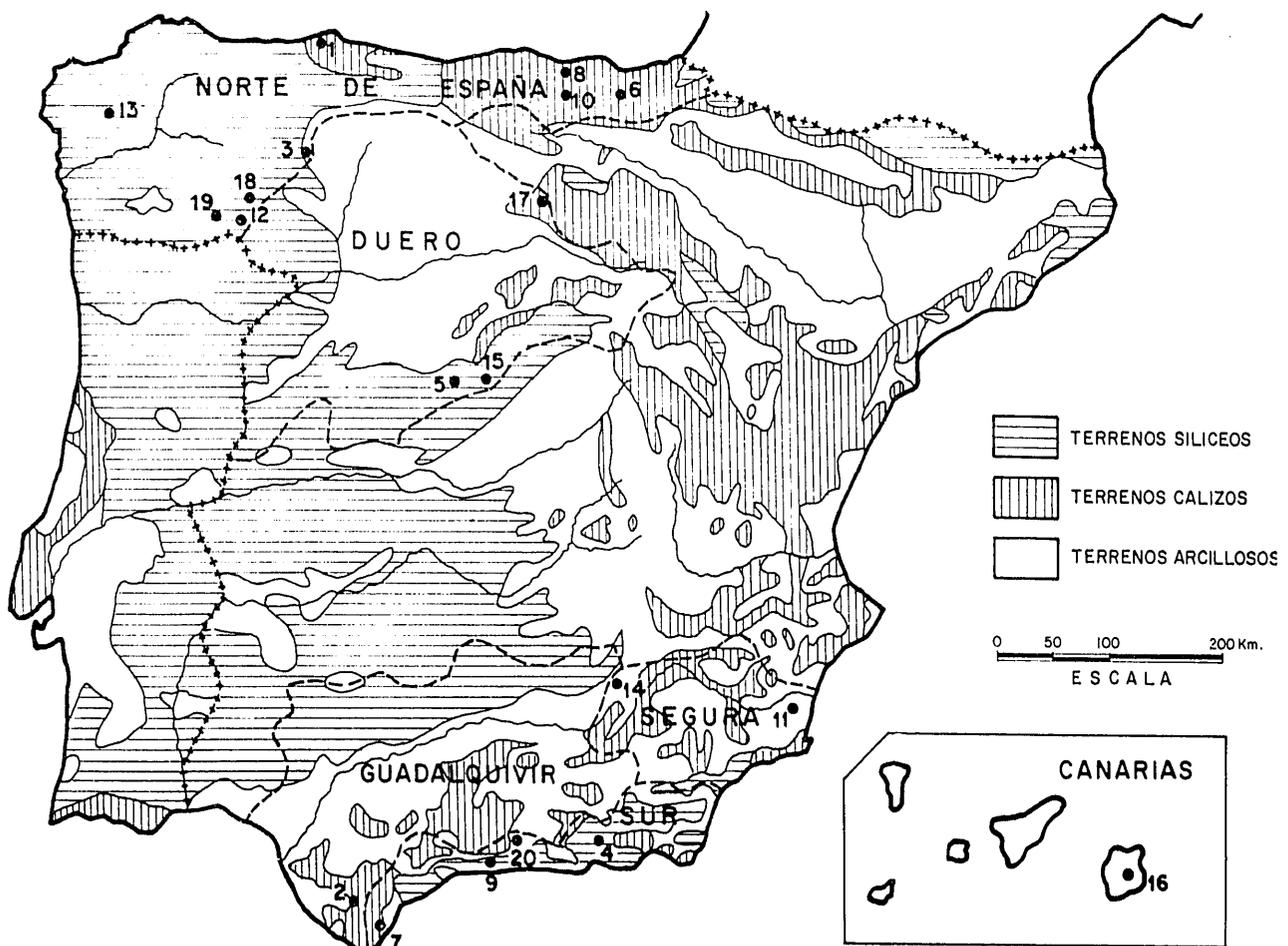
Servicio de Vigilancia de Presas, D.G.O.H.
Ministerio de Obras Públicas.
Cátedra de Geología Aplicada a las Obras Públicas.
E.T.S. de I.C.C.P. Universidad de Santander.

1. La construcción de una presa es tema que afecta siempre a formaciones cuaternarias. En los comentarios que siguen nos referimos principalmente al periodo Pliocuaternal, no en su aspecto general, como condicionante máximo de una morfología sobre la que se asienta la estructura y su embalse, sino en cuanto a los mate-

riales que, como una leve cubierta, tapizan formaciones geológicas anteriores.

La larga historia climática de deformación, alteración, erosión y sedimentación durante los tiempos geológicos últimos, son causa de modificaciones importantes del estado tensional de las rocas y de las presiones de agua

10



en los intersticios. Como consecuencia de la interacción entre esfuerzos y deformaciones resulta una modificación del estado de equilibrio, cuyo más audible efecto es la sismicidad, como liberación de energía elástica de deformación.

Este mismo efecto sísmico, inducido por la puesta en carga de embalses artificiales, ofrece sin duda un claro paralelismo en cuanto a las presas y la geomorfología. Hoy es tema en fase de creciente desarrollo y no insistiremos más sobre ello. Al ingeniero le preocupan mucho más fenómenos que, por habituales en las obras, puede pasar desapercibido su origen, bien que su presencia sea permanente en cada obra y en cada momento. Nos referimos a la decompresión, fisuración y consiguiente alteración.

Estas modificaciones físico-químico-mecánicas, que alcanzan a profundidades muy importantes; por ejemplo, centenares de metros en los efectos climáticos pleistocenos, son absolutamente generales, con diverso grado de intensidad, en todas las canteras y cimientos. Sin embargo, nos ocuparemos solamente de los materiales alterados o transportados correspondientes a la fase más superficial, es decir formaciones continentales y suelos residuales

El comentario se refiere exclusivamente a presas de tierra y escollera, en las cuencas del Norte, Duero, Guadalquivir, Segura, Sur y Canarias, en las que se han empleado materiales pliocuaternarios para la zona impermeable o para los espaldones resistentes. Es obvio que las demás cuencas españolas suministrarían un resumen análogo.

Las veinte presas que se recogen, cuya más antigua tiene dieciocho años de vida y las más modernas están en fase de construcción, se representan en su ubicación geomorfológica, así como por la sección tipo y características de los materiales objeto del escrito.

Objetivo del mismo es destacar la importancia que tiene el empleo de materiales de este tipo y, por consiguiente, el estudio meticuloso del Cuaternario, al proyectar una presa; no se han recogido sino unos índices generales que sirvan para caracterizar las correspondientes formaciones. Tales son una breve definición geológica y los valores del límite líquido, índice de plasticidad, porcentaje de material inferior a 0,078 mm y permeabilidad de la porción fina; asimismo características mecánicas de ángulo de rozamiento interno, cohesión y densidad seca en el ensayo Proctor normal (D.P.N. en los esquemas).

La comparación de esta relación de 20 presas con el total de las 48 de materiales sueltos que existen en las cuencas que consideramos, nos da una idea clara de las posibilidades de explotar, bien materiales de reducida cohesión, bien canteras de arranque mediante explosivos. Hay que tener en cuenta que de algunas formaciones terciarias e incluso secundarias se han obtenido materiales tan económicos como los que aquí se consideran.

Por otra parte, y este es el motivo del escrito, con frecuencia entran en juego, en la elección, no tanto consideraciones económicas, como puntos de vista del equipo proyectista, en relación con la calidad de los materiales, concepto difícil de definir en absoluto y sólo referible a una función concreta.

Para analizar las posibilidades de empleo de materiales Pliocuaternarios, habrán de tenerse en cuenta unas consideraciones básicas:

- a) Son materiales más económicos que los de cantera de arranque.
- b) Tienen generalmente buenas características mecánicas.
- c) Suelen resultar excesivamente impermeables para espaldones resistentes, por lo que requieren, con frecuencia, filtros permeables intercalados.
- d) Es habitual realizar algún tipo de *processing* para corregir determinadas características; esta labor puede estimarse, económicamente, equivalente a un incremento de 1 a 2 Km en la distancia de transporte.
- e) La explotación de cantera y la puesta en obra requieren, de un modo más acusado que en otros materiales, una ágil adaptación de los supuestos del proyecto a los condicionantes reales.
- f) Con alguna frecuencia los volúmenes explotables son reducidos o, al menos, no sobreabundantes.
- g) Precisan un estudio previo exhaustivo de la región. A este fin, sugerimos una interpretación geomorfológica de la zona.

La utilización de fotografía aérea vertical, en pares estereoscópicos, blanco y negro con escala aproximada 1:30.000, suministra una extensa información, la cual puede ampliarse con fotos de mayor detalle y, como es obvio, con un conocimiento real de la zona. Para un primer estudio, sugerimos el empleo de fotografías de este tipo complementadas con la correspondiente hoja del Mapa Geológico de España a escala 1.200.000 (IGME), cuya cartografía, bien que no destaque en modo alguno las formaciones cuaternarias, son una buena base para la correcta interpretación de la fotografía.

2. En las páginas sucesivas se exponen veinte presas en las que se ha realizado el estudio de materiales con el criterio antes comentado, de dar preferencia a materiales cuaternarios sobre otras posibilidades. En el mapa adjunto se sitúan tales presas superpuestas a un esquema litológico de la península, cuyo número corresponde al de la figura.

La presa de Arbón, en el río Navia, se construyó utilizando, para el núcleo, una formación cuaternaria de gravas con limos, correspondientes a una terraza colgada. La escollera de pizarras procede de las excavaciones en aliviadero.

La de Barbate, presa homogénea, en la cuenca del Guadalquivir, se construye con los materiales limosos de la plana de inundación.

Benamarías, en la cuenca del Duero, se construyó con los conglomerados arcillosos del plioceno, tratados como material homogéneo; ha tenido problemas de inestabilidad de taludes.

Beninar, en la cuenca del Sur de España, utiliza las launas del triás metamórfico como material de la pantalla impermeable; se trata de un material con límite líquido menor de 45 por 100, índice de plasticidad menor del 20 por 100 y permeabilidad de 10^{-6} a 10^{-7} cm/s. El espaldón de escollera es de caliza (calar) y las zonas de transición de materiales cuaternarios.

Carrascal es una presa construida con material prácticamente homogéneo, salvo unas zonas permeables de filtro. El material es un suelo autóctono (jabre) procedente de granito o un suelo transportado del mismo origen.

Estanda es una presa de escollera de caliza con núcleo inclinado de coluvión de argilita, el mismo que sirve de apoyo a la presa en su margen izquierda.

Guadarranque es presa de tierras con núcleo de arcillas terciarias y espaldones a base de un limo arenoso de carácter eólico (dunas costeras) correspondientes a una amplia formación pliocena.

En Laucariz se emplea un suelo alterado procedente de las argilitas de la zona, de elevada impermeabilidad, lo que obliga a disponer filtros horizontales diferenciando núcleo y espaldones.

La presa de El Limonero, en el río Guadalmedina, utiliza un aglomerado plioceno para el núcleo y acarreo de la plana aluvial en amplias zonas de transición. La escollera, a base de pizarras, se interrumpe con filtros horizontales aguas arriba para facilitar la descarga en desembalse.

Llodio es una presa apoyada en zona de corrimiento de ladera y se construyó con materiales del propio corrimiento. Las dificultades de excavación aconsejaron aliviar por encima de la presa.

La Pedrera, en el arroyo Gordo, se construye con limos margosos cuaternarios correspondientes a zonas de glacis en la plana aluvial.

Las presas de Pías, Valdesirgas y Vega del Conde emplean formaciones fluvioglaciares de diferentes características, lo que da lugar a su utilización como mate-

rial resistente (Pías), con una zona de escollera permeable entre espaldón y pantalla de hormigón; como núcleo delgado en una presa de escollera (Valdesirgas); o como material homogéneo en Vega de Conde.

La presa de Portodemouros, escollera de pizarra sílicea y cuarcita con núcleo central, tiene construido este último con materiales de coluvión procedente de las propias pizarras, alteradas en profundidad de algunas decenas de metros. La presencia de materiales con forma aún pizarrosa se corrige en cantera con el propio sistema de excavación, completándose en tajo con el rodillo "pata de cabra".

Taibilla, en la cuenca del Segura, se sitúa en la entrada de un cañón de calizas cretácicas apoyadas sobre una formación arcillosa (cretácico continental) del cual se ha obtenido el material de la pantalla impermeable. La margen derecha del embalse, inmediata al estribo de la presa, está ocupada por un amplio cono de deyección con materiales detriticos arcillosos; este material se ha empleado en el espaldón aguas abajo. Las defensas exteriores son de escollera de caliza.

El Tejo cierra un valle glaciar, de forma que toda la margen derecha está cubierta de una morrena con espesor medio de 10 m; el estribo izquierdo se apoya en un cono de deyección. Ambas formaciones se impermeabilizan mediante un rastrillo de hormigón y arcilla. La presa, de escollera con pantalla de hormigón, se construyó con unas pedrizas glaciares con tamaño máximo de 700 mm, cuya explotación puso en evidencia la existencia de un episodio anterior arcilloso, que no fue empleado en la presa.

Tirajana, en la isla de Gran Canaria, es una presa de escollera que aprovecha la plana aluvial para los espaldones y un coluvión arcilloso procedente de los balsos, para la impermeabilización.

En Uzquiza, el material de la presa, homogénea con filtros brasileños y horizontales, procede de una formación pliocena de arcillas y limos con cantos. La plana aluvial suministró los materiales de filtro.

La Viñuela, en el río Vélez, consta de cuatro materiales distintos, un núcleo central a base de las arcillas terciarias; una zona areno-limosa (1 en el esquema) construida con la parte superior de la plana de inundación; dos transiciones de gravas (2 en el esquema) a base de los horizontales inferiores de los aluviones; y los espaldones de escollera, con caliza de cantera de arranque.

ALTURA	32 m
L. CORONACION	180 m
V EMBALSE	33 Hm ³
V. PRESA	323.000m ³
AÑO TERMINACION 1967	
P : PIZARRAS	} PRIMARIAS (SIL.ÚRICO)
Q : CUARCITAS	
T : TERRAZAS	
Al : DEP. ALUVIALES	



MATERIALES CUATERNARIOS

1. TERRAZA LIMO-GRAVELOSA
 - LL = 24 %
 - IP = 6 %
 - K = 10⁻⁷ cm/seg
 - PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 30 %
2. LIMOS
 - LL = 20 %
 - IP = 2 %
 - K = 10⁻⁵ cm/seg.
 - PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 25 %

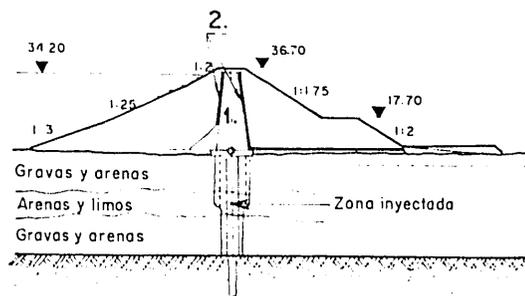
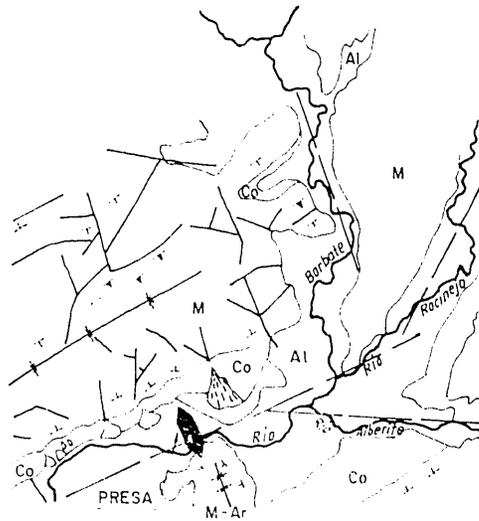
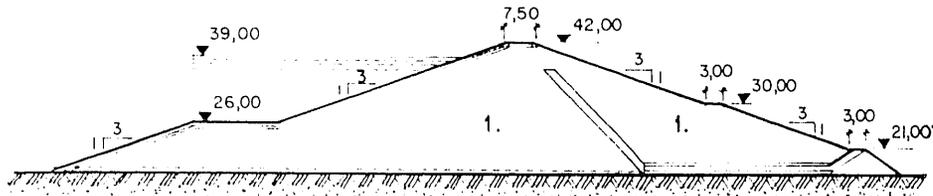


Fig. 1.—Presa de Arbón.



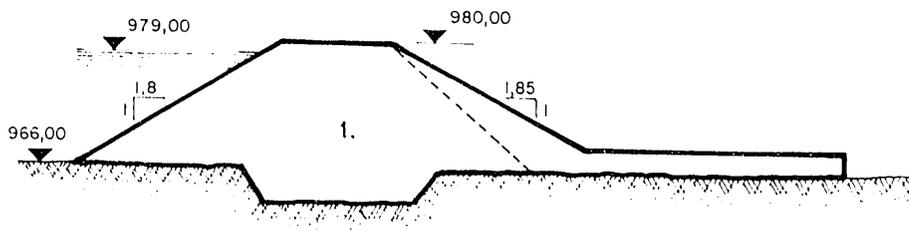
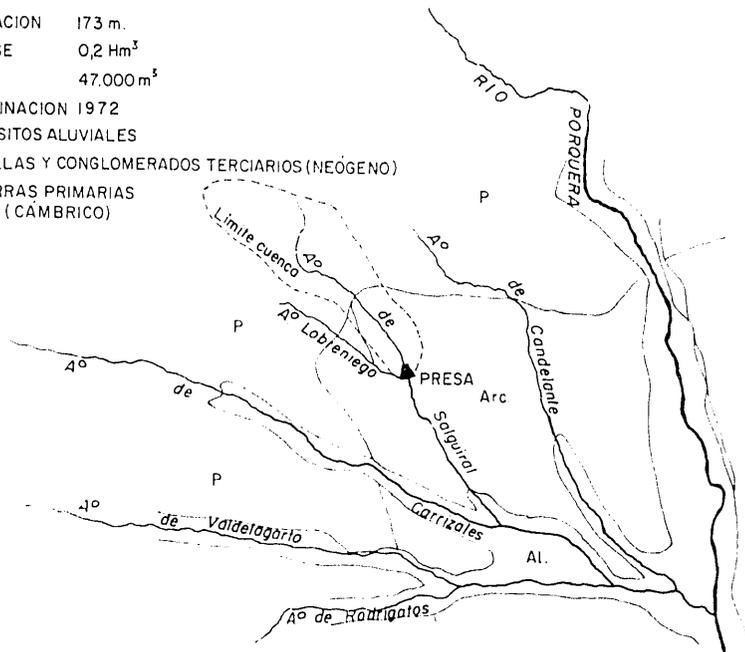
ALTURA	31 m.	Ar = ARENISCAS TERCIARIAS (NEOGENO)
L. CORONACION	1359 m	M = MARGAS TERCIARIAS (PALEOGENO)
V. EMBALSE	231 Hm ³	Al = DEPOSITOS ALUVIALES
V. PRESA	2.256.000 m ³	Co = COLUVIONES
AÑO TERMINACION	E. C.	



MATERIALES CUATERNARIOS
 1. LL = 46,18% LIMOS ARCILLOSOS.
 IP = 24,20%
 DPN = 1,63 Tm/m³
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 72,14%

Fig. 2.—Presas de Barbate.

ALTURA 14 m.
 L. CORONACION 173 m.
 V. EMBALSE 0,2 Hm³
 V. PRESA 47.000 m³
 AÑO TERMINACION 1972
 Al : DEPOSITOS ALUVIALES
 Arc: ARCILLAS Y CONGLOMERADOS TERCARIOS (NEÓGENO)
 P : PIZARRAS PRIMARIAS (CAMBRICO)



MATERIAL PLIOCENO

1. CONGLOMERADO ARCILLOSO

LL = 22 a 35 %

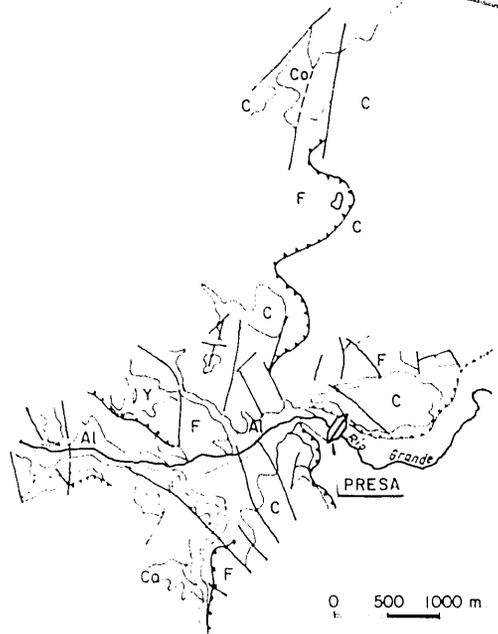
IP = < 14 %

D.P.N. = 1,90 Tm/m³

PASA POR TAMIZ 200 ASTM = < 50 %

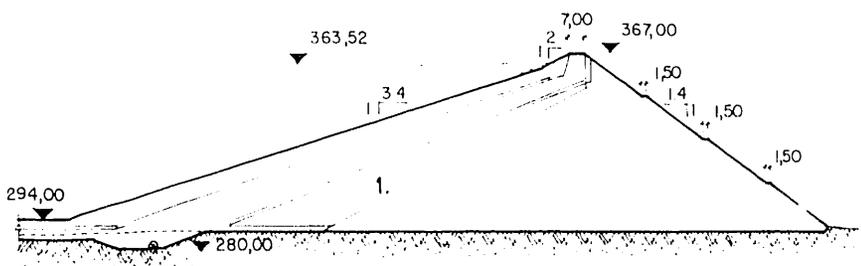
Fig. 3.—Presa de Benamarias.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 BIBLIOTECA



ALTURA	87 m
L. CORONACION	386 m
V. EMBALSE	70 Hm ³
V. PRESA	3 800 000 m ³
AÑO TERMINACION E. C.	

- F = FILITAS SECUNDARIAS (LAUNAS TRIASICAS)
- Y = YESO INTERCALADO (TRIASICO)
- C = CALIZAS Y DOLOMIAS SECUNDARIAS (TRIASICO)
- Al = ALUVIONES Y TERRAZAS
- Co = COLUVIONES

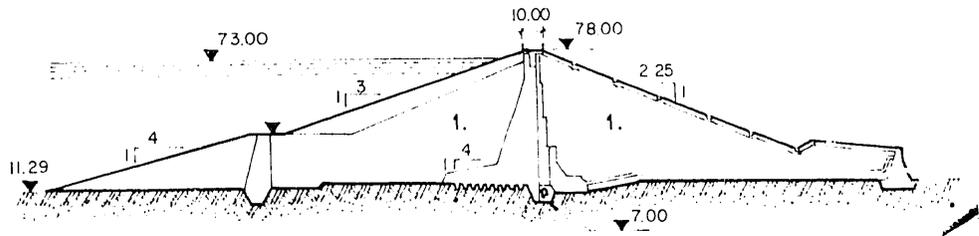
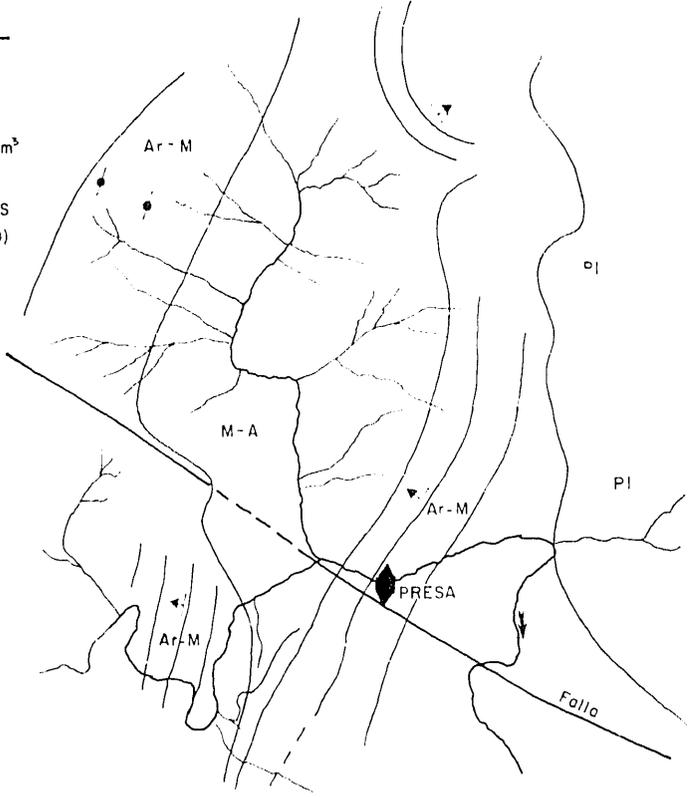


MATERIALES CUATERNARIOS

- 1. LL = 25 %
- IP = 7 %
- D.P.N = 1,90 Tm/m³
- PASA POR TAMIZ 200 ASTM= 4 al 20 %

Fig. 4.—Presa de Beninar.

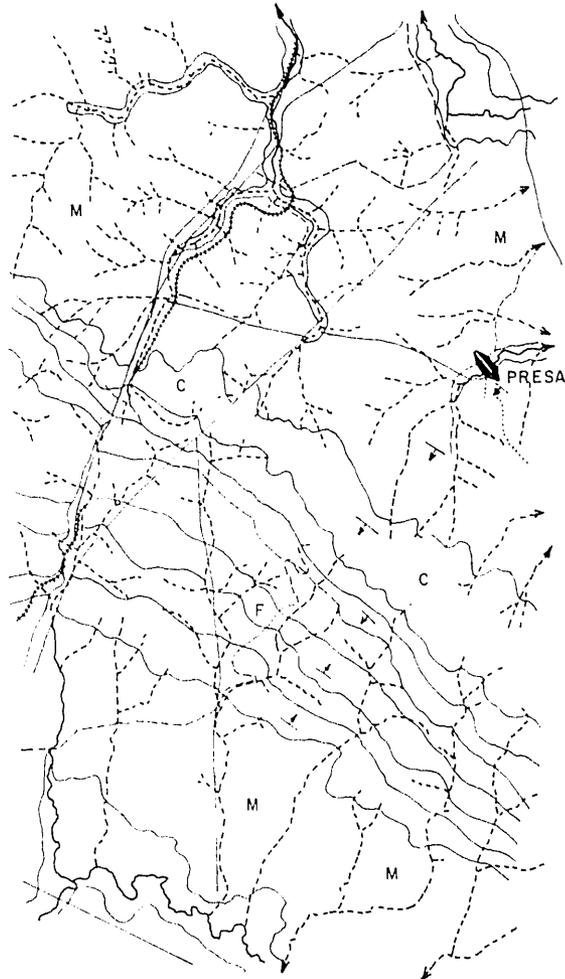
ALTURA	71 m.
L. CORONACION	235 m.
V. EMBALSE	87 Hm ³
V. PRESA	1.200.000 m ³
AÑO TERMINACION	1965
Ar = ARENISCAS	} TERCIARIAS (NEOGENO)
M = MARCAS	
M-A = MARGAS Y ARCILLAS	} TERCIARIAS (NEOGENO)
PI = PLIOCENO	



MATERIALES CUATERNARIOS

- 1. ARENA LIMOSA DE DUNAS PLIOCENAS
- LL = 21 %
- IP = 3 %
- D.P.N. = 1,85 a 1,90 Tm/m³
- φ = 31°
- K = 10⁻⁵ a 10⁻⁶ cm/seg
- PASA POR TAMIZ 200 A.C. 24 %

Fig. 7.—Presa de Guadarranque.



AL T U R A	24 m.
L. CORONACION	228 m.
V. EMBALSE	0,4 Hm ³
V. PRESA	170.000 m ³
AÑO TERMINACION	1974
C = CALIZAS CRETACICAS	
F = FLYSCH CRETACICO	
M = MARGAS CRETACICAS	

MATERIAL CUATERNARIO

PRESA CON MATERIAL DE COLUVION
Y SUELO RESIDUAL, EXCEPTO FILTROS

- 1. LL = 48%
- IP = 13%
- D.P.N. = 1,65 Tm/m³
- $\varphi = 19^\circ$
- C = 0,5 Kg/cm²
- K = 10⁻⁸ cm/seg.

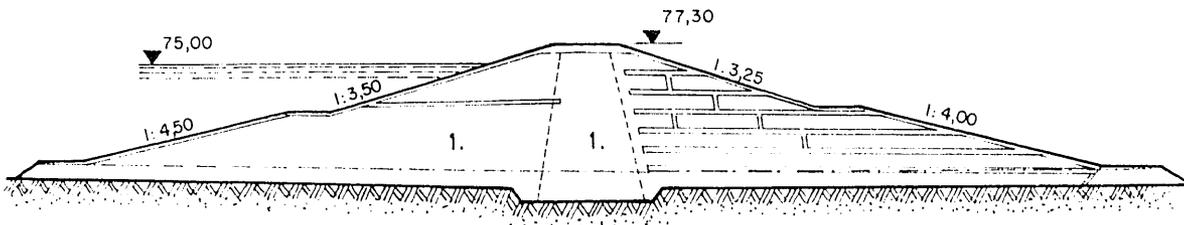
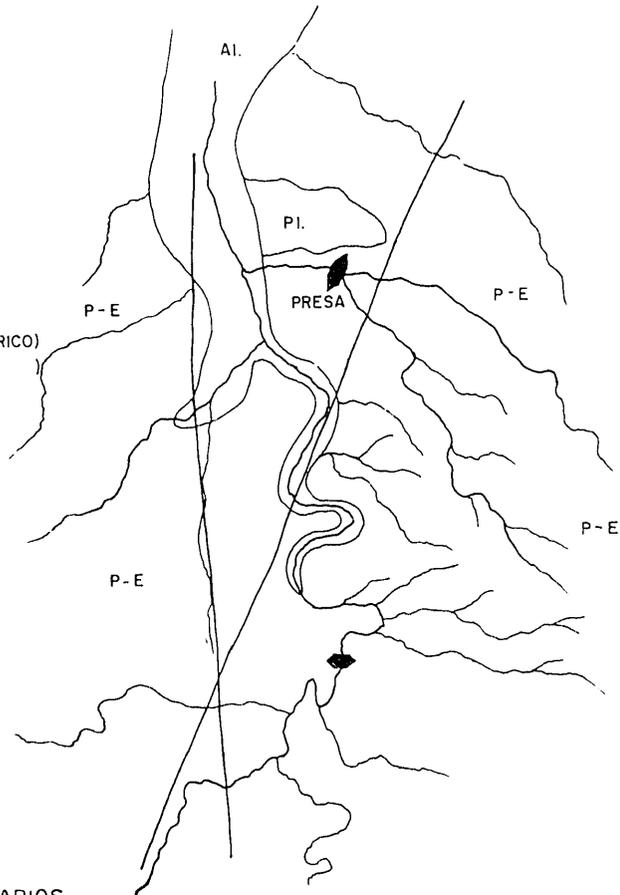


Fig. 8.—Presa de Laucariz.

ALTURA	91 m.
L. CORONACION	430 m.
V EMBALSE	27 Hm ³
V PRESA	3.019.000 m ³
AÑO TERMINACION	E. C.
P = PIZARRAS PRIMARIAS (SILURICO)	
E = ESQUISTOS " (")	
PI = PLIOCENO	
AI = DEPOSITOS ALUVIALES	



MATERIALES CUATERNARIOS

1. PIÑOLÉN LL = 27 a 37% Pasa por tamiz 200 ASTM = 8 a 30%
 (PLIOCENO) ID = 5 a 19% $\varphi = 32^\circ$
 DPN = 2 Tm/m³ c = 0,2 a 0,8 Kg/cm²; K = 3x10⁻⁴ a 6x10⁻⁵ cm/seg.
2. ACARREOS PLANA ALUVIAL
 DPN = 2,2 Tm/m³; Pasa por tamiz 200 ASTM = 2% a 8% ; $\varphi = 38^\circ$; c=0; K=10⁻² cm/seg.

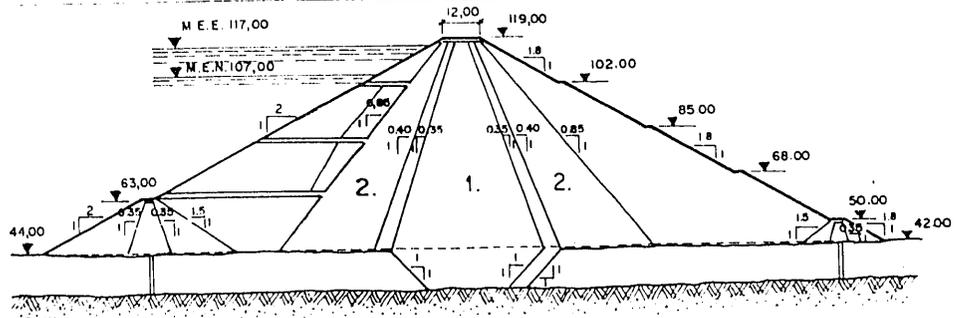
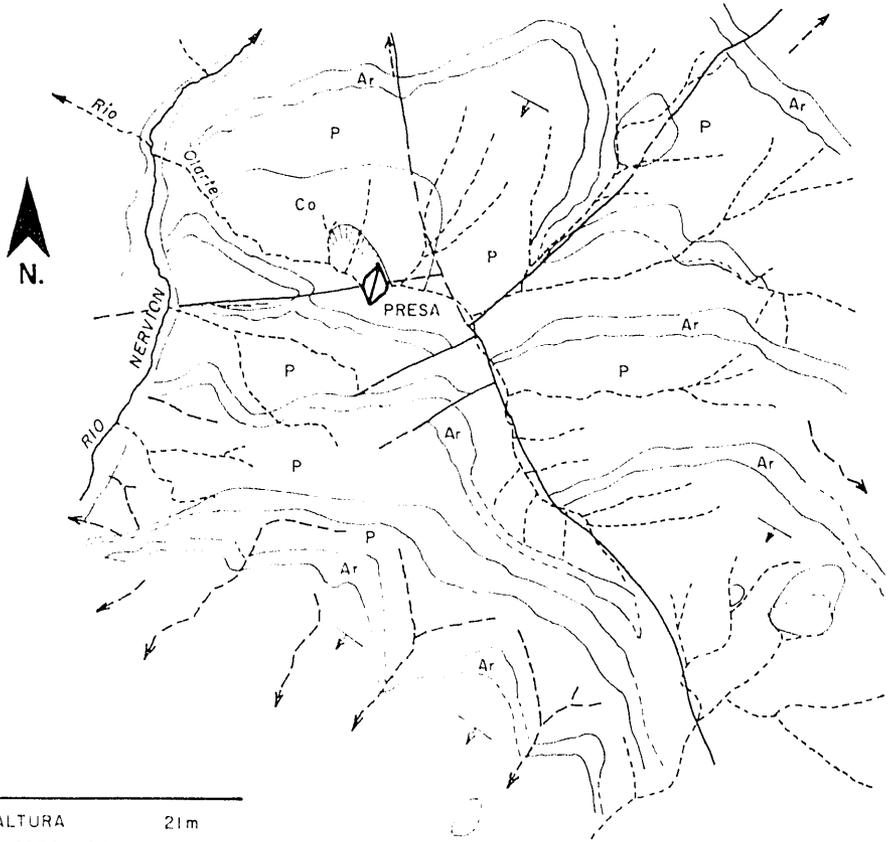


Fig. 9.—Presa de El Limonero.



ALTURA	21 m
L. CORONACION	100 m
V. EMBALSE	0,1 Hm ³
V. PRESA	53.000 m ³
AÑO TERMINACION	1972
Ar	ARENISCAS SECUNDARIAS (CRETACICO)
P	ARGILITAS PIZARROSAS (CRETACICO)
Co	COLUVION

MATERIALES CUATERNARIOS

1. COLUVION ARCILLOSO
 IP = 10 al 20 %
 D. P. N. = 1,75 a 1,92 Tm/m³
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 35 %
 ϕ = 25 %
 C = 1,0 Kg / cm²

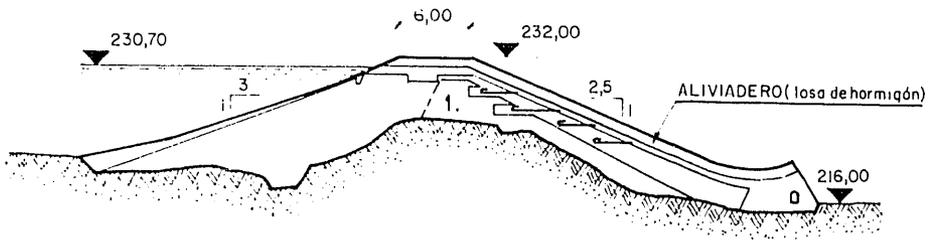
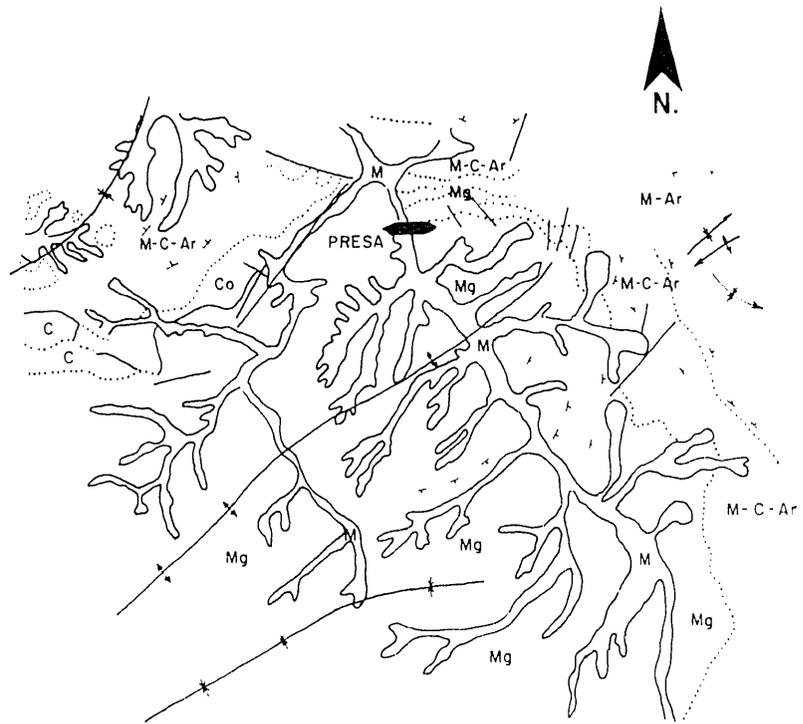


Fig. 10.—Presa de Llodio.



ALTURA	65,50 m.
L. CORONACION	716 m
V. EMBALSE	250,96 Hm ³
V. PRESA	6.885.404 m ³
AÑO TERMINACION E.C.	
C = CALIZAS	} SECUNDARIAS (NEOGENO)
Mg = MARGAS GRISES	
Ar = ARENISCAS	
Co = CONGLOMERADOS	
M = ARCILLAS Y LIMOS CUATERNARIOS	

MATERIALES CUATERNARIOS

1. LL : 36%
 IP : 15%
 D.P.N. : 1,70 Tm / m³

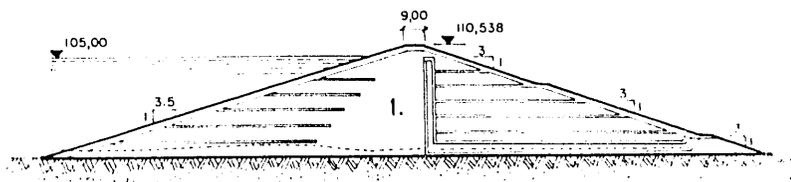
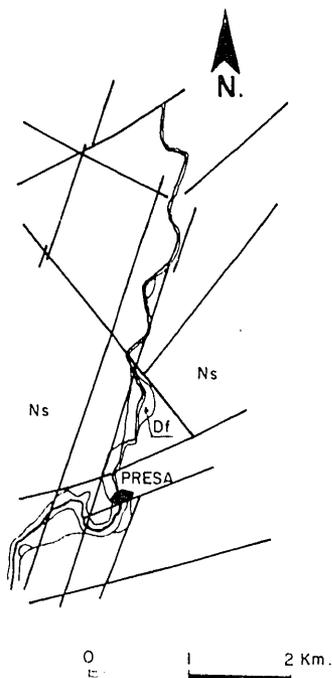


Fig. 11.—Presa de la Pedrera.

ALTURA	47 m.
L. CORONACION	260 m.
V. EMBALSE	8 Hm ³
V. PRESA	324 000 m ³
AÑO TERMINACION 1961	
Ns = NEIS HERCINIANO	
Df = DEPOSITOS FLUVIO-GLACIARES	



MATERIALES CUATERNARIOS

- DEPOSITOS MORRENICOS
 PASA POR TAMIZ 200ASTM = 10% a 15%
 $\varphi = 37^\circ$
 D.P.N. = 1,25 Tm/m³
 $K \sim 10^{-4}$ cm/seg.

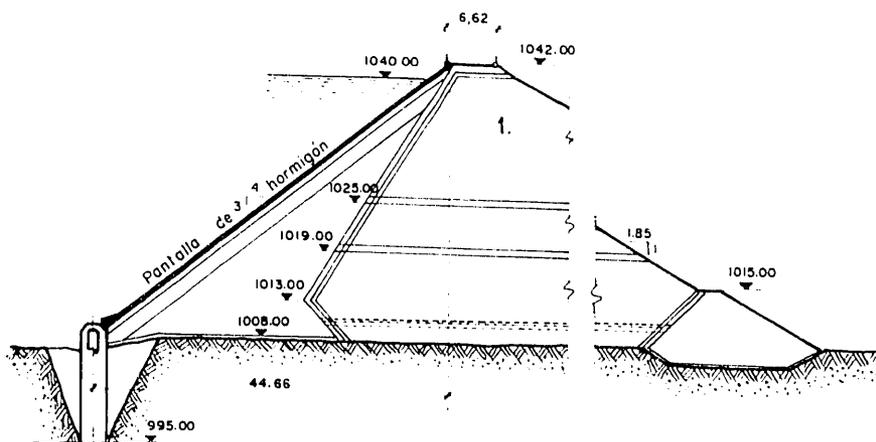
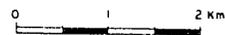
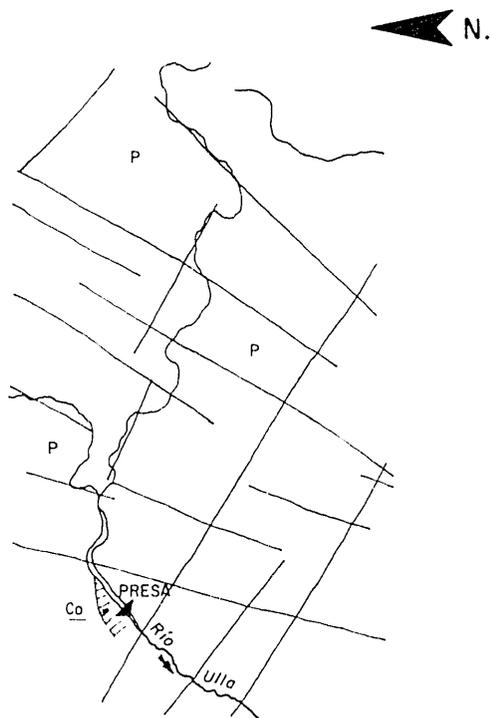


Fig. 12.—Presa de Pías.

ALTURA	93 m.
L. CORONACION	460 m.
V. EMBALSE	297 Hm ³
V. PRESA	2.337.000 m ³
AÑO TERMINACION	1967
P = PIZARRAS PRIMARIAS (CAMBRICO)	
Co: COLUVIONES	



MATERIAL CUATERNARIO

1. COLUVION ARCILLOSO
 - LL : 24 a 46 %
 - IP : 2 a 16 %
 - D.P.N : 2,02 Tm/m⁵
 - K : 10⁻⁵ a 10⁻⁶ cm/seg.

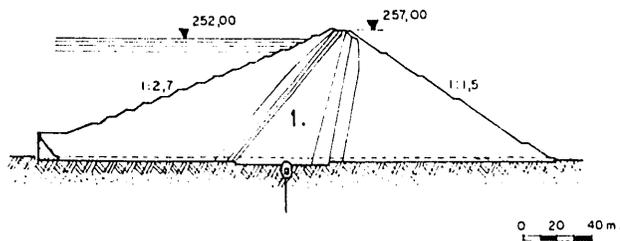
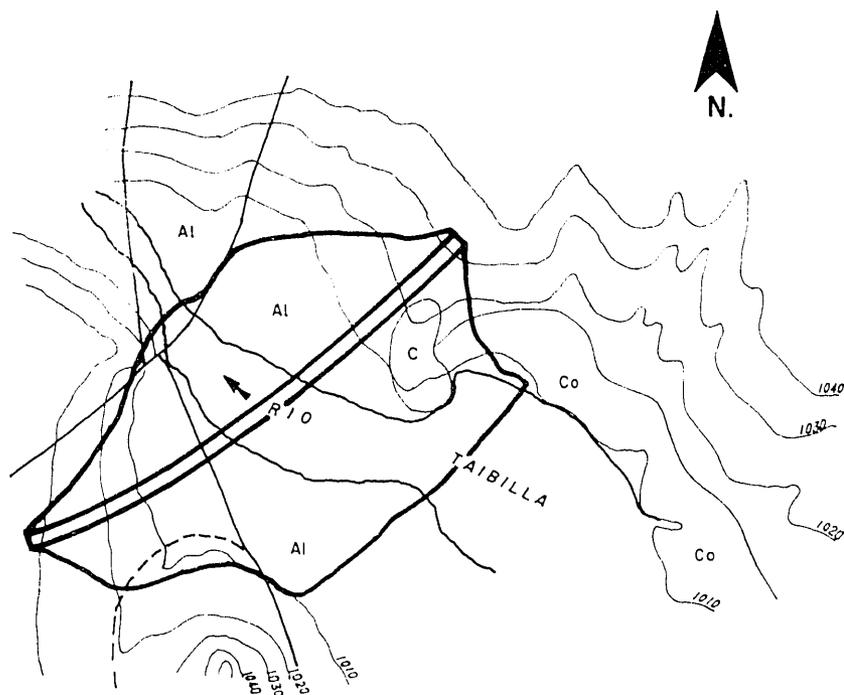
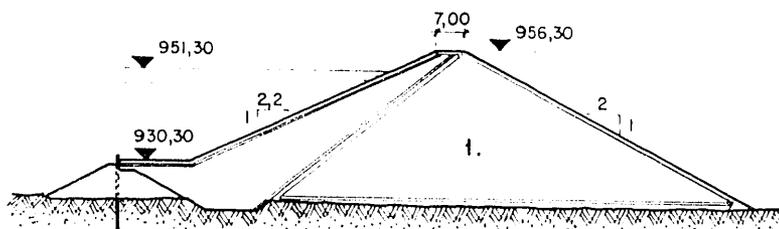


Fig. 13.—Presa de Portodemouros.



ALTURA	39 m.
L. CORONACION	271 m
V. EMBALSE	10 Hm ³
V. PRESA	461.900 m ³
AÑO TERMINACION	1973
C = CALIZAS SECUNDARIAS (CRETACICO)	
Co = COLUVION	
Al = DEPOSITO ALUVIAL	



MATERIALES CUATERNARIOS

1. LL = > 20% y < 30%
 IP = < 10%
 D.P.N. = 1,97 Tm/m³
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 18 o 20 %
 $\phi = 34^\circ$
 C = 0,2 Kg/cm²

Fig. 14.—Presa del Taibilla.

ALTURA	40 m.
L. CORONACION	340 m.
V. EMBALSE	1 Hm ³
V. PRESA	210.000 m ³
AÑO TERMINACION	1975
Ns =	NEIS HERCINIANOS
Mo =	MORRENAS
Co =	COLUVION

MATERIALES CUATERNARIOS

1. COLUVION

LL = 21 a 24 %
 IP = 5 a 9 %
 D.P.N. = 1,96 Tm/m
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 24 %
 FORMACION FLUVIO-GLACIAR
 LL = 26 %
 IP = 10 %
 D.P.N. = 2,09 Tm/m
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 18 %

2. PEDRIZA DE ORIGEN GLACIAR

TAMAÑO MAXIMO = 700 mm.

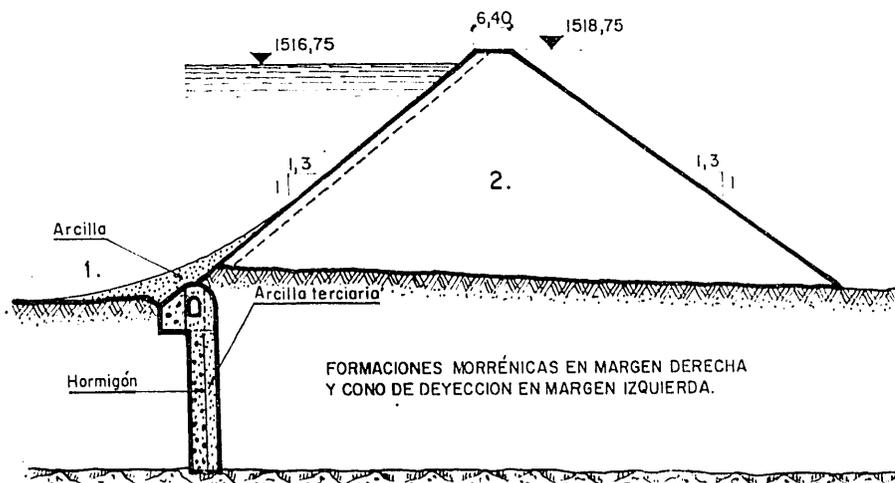
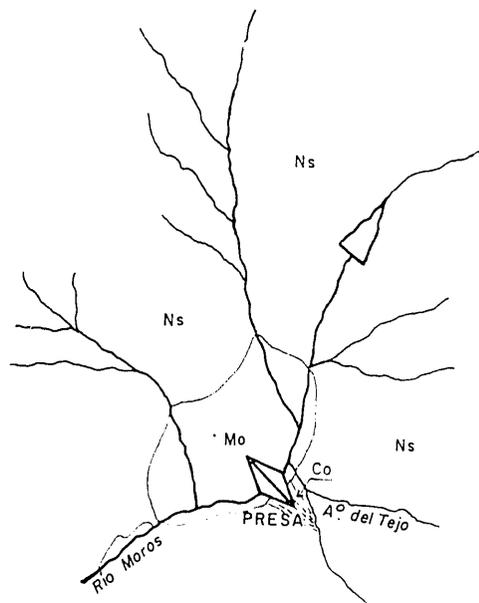
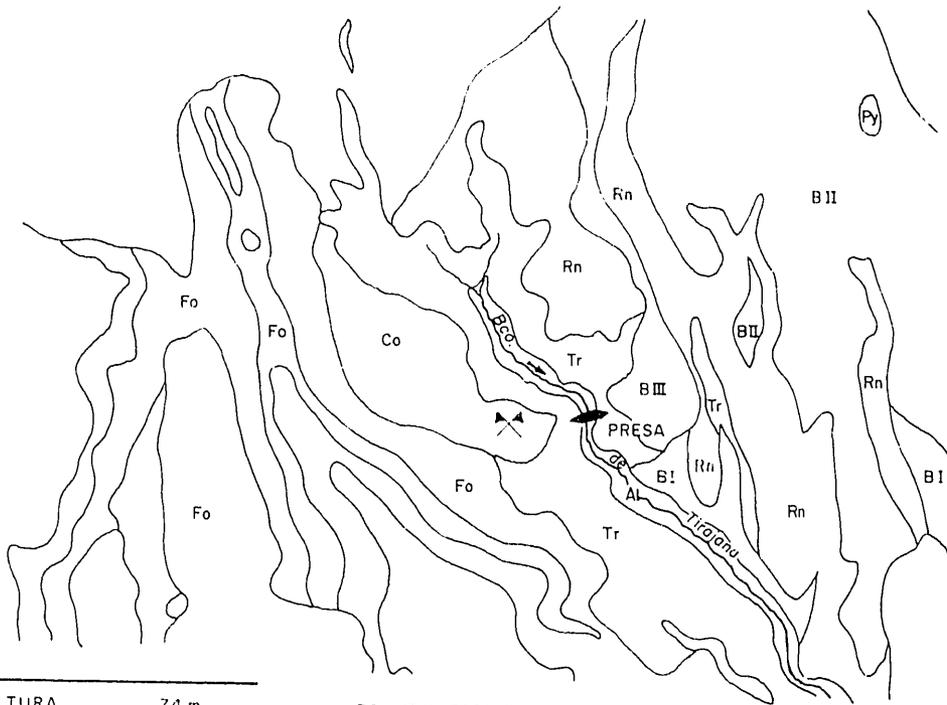


Fig 15.—Presa de El Tejo.



ALTURA	74 m.
L. CORONACION	160 m.
V EMBALSE	3 Hm
V. PRESA	484.000 m
AÑO TERMINACION	1974

- BI = SERIE BASALTICA I
- Tr = " TRAQUITICA
- Fo = " FONOLITICA
- Rn = " ROQUE NUBLO
- BII = " BASALTICA II
- Py = PIROCLASTOS
- BIII = SERIE BASALTICA III

ROCAS VOLCANICAS.

- Al = ALUVIONES
- Co = COLUVIONES
- ▲ = CANTERA DE ARCILLAS

MATERIALES CUATERNARIOS

1. NUCLEO DE PIE DE MONTE

- LL = 40 %
- IP = 21 %
- D.P.N = 1,86 Tm/m³
- PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 49 %
- φ = 30°
- C = 0,1 Kg/cm²
- K = 10⁻⁸ cm/seg

2. ALUVION

- D.P.N = 2,15 Tm/m³
- PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 4 %
- K = 7 x 10⁻² cm/seg

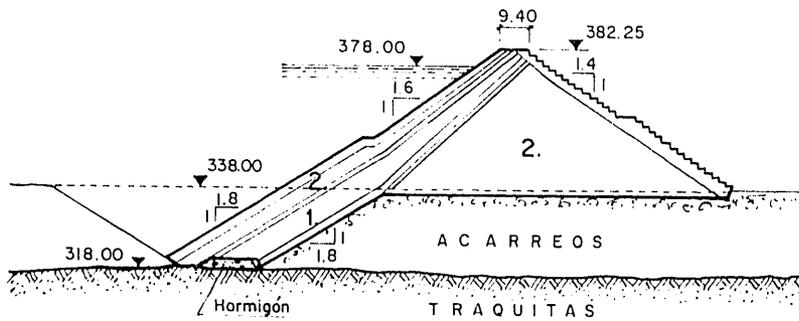


Fig. 16.—Presa de Tirajana.

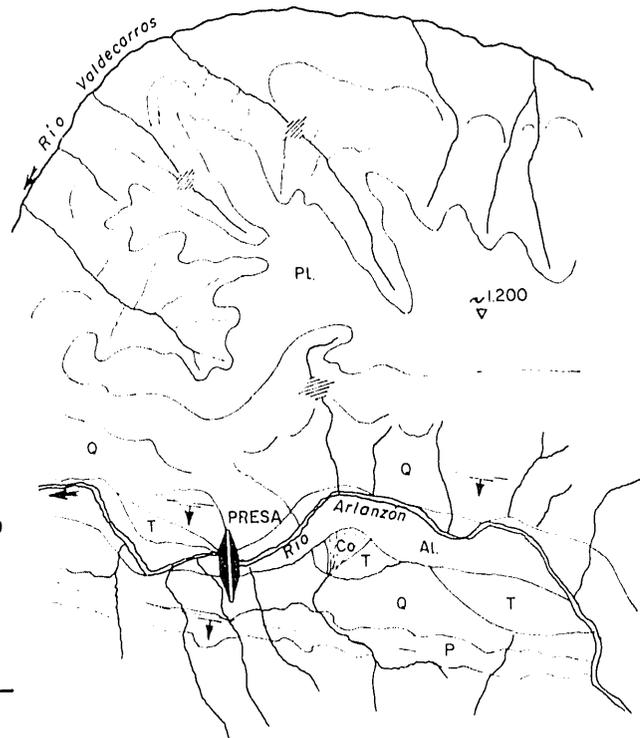
MATERIAL PLIOCENO

- 1. RAÑA LIMO-GRAVELOSA
- LL = 38 %
- IP = 12 %
- D.P.N. = 1,84 Tm/m³
- PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 25 %
- φ = 30°
- C = 0,2 Kg/cm²
- K = 10⁻⁷ cm/seg

MATERIAL CUATERNARIO

- 2. ARENAS DE LA PLANA ALUVIAL

ALTURA	65 m.
L. CORONACION	442 m.
V. EMBALSE	75 Hm ³
V. PRESA	2 420.000 m ³
AÑO TERMINACION	E. C.



P : PIZARRAS PRIMARIAS (CAMBRICO)
 Q : CUARCITAS " (")
 PI : PLIOCENO
 T : TERRAZAS
 AI : DEPOSITOS ALUVIALES
 Co : COLUVION

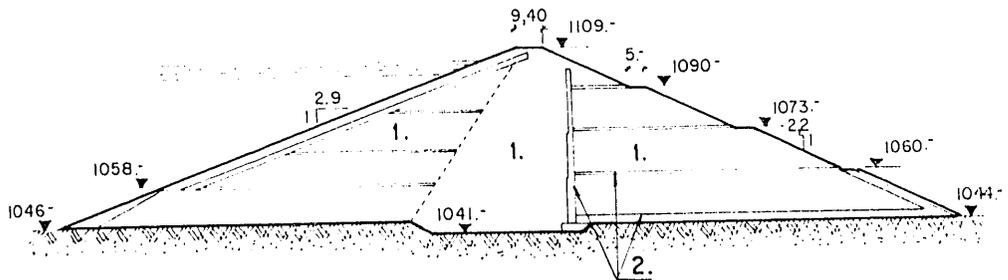
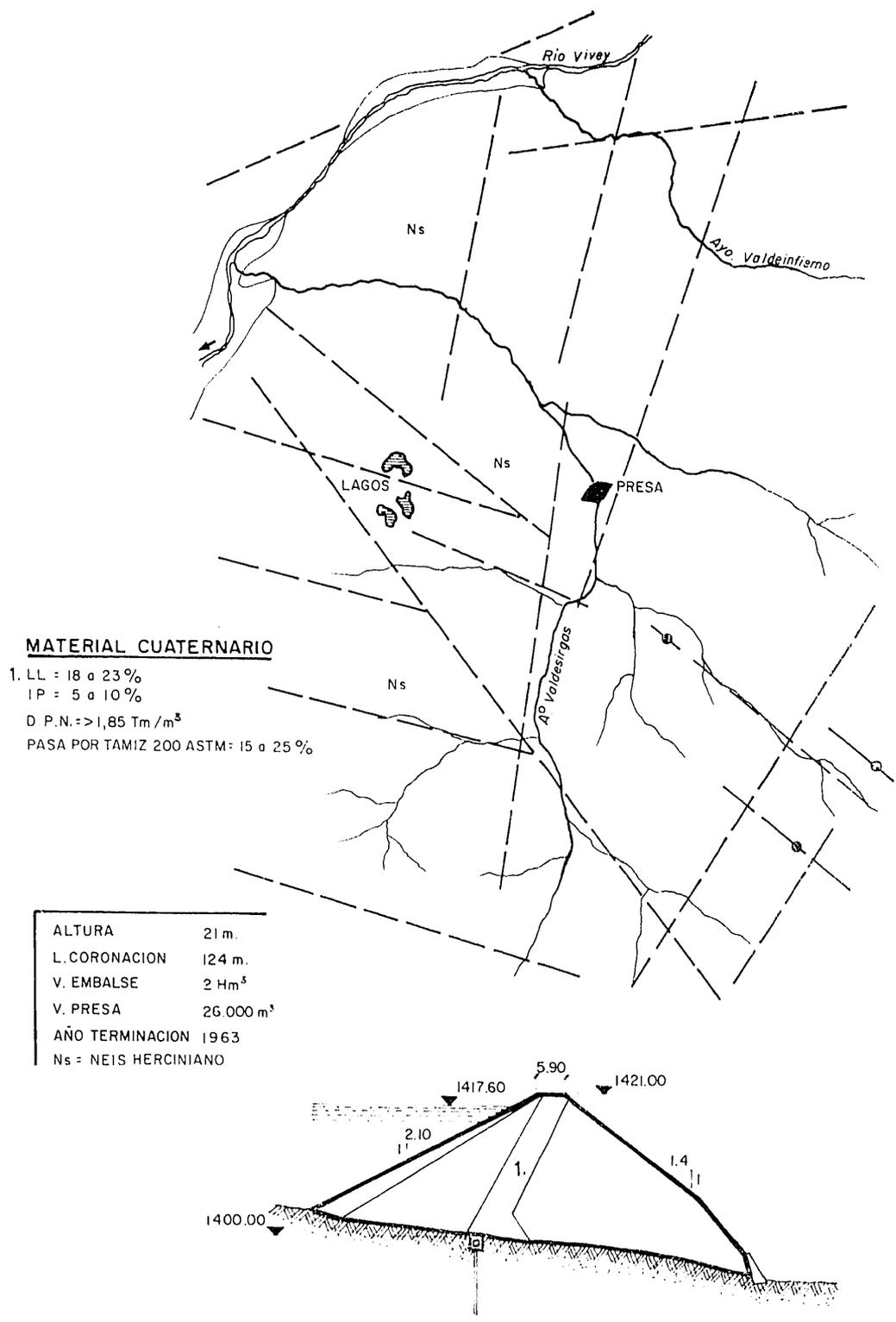
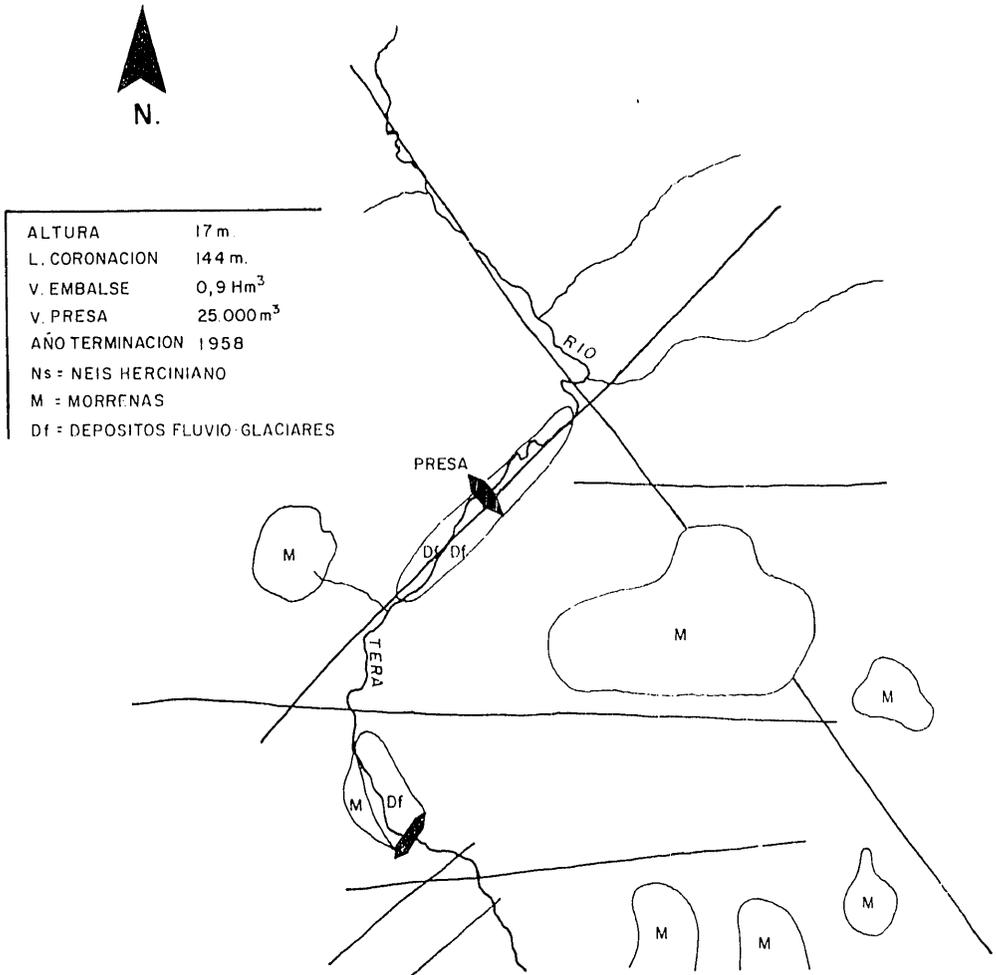


Fig. 17.—Presa de Urquiza.





ALTURA	17 m.
L. CORONACION	144 m.
V. EMBALSE	0,9 Hm ³
V. PRESA	25.000m ³
AÑO TERMINACION	1958
Ns	= NEIS HERCINIANO
M	= MORRENAS
Df	= DEPOSITOS FLUVIO-GLACIARES

MATERIAL CUATERNARIO

- 1. DEPOSITOS FLUVIO-GLACIARES
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 15% a 25%

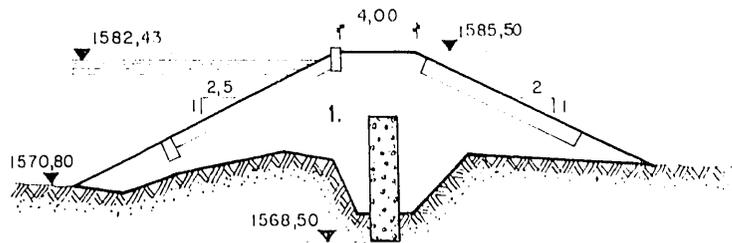
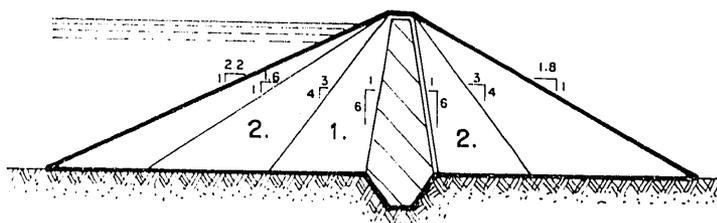
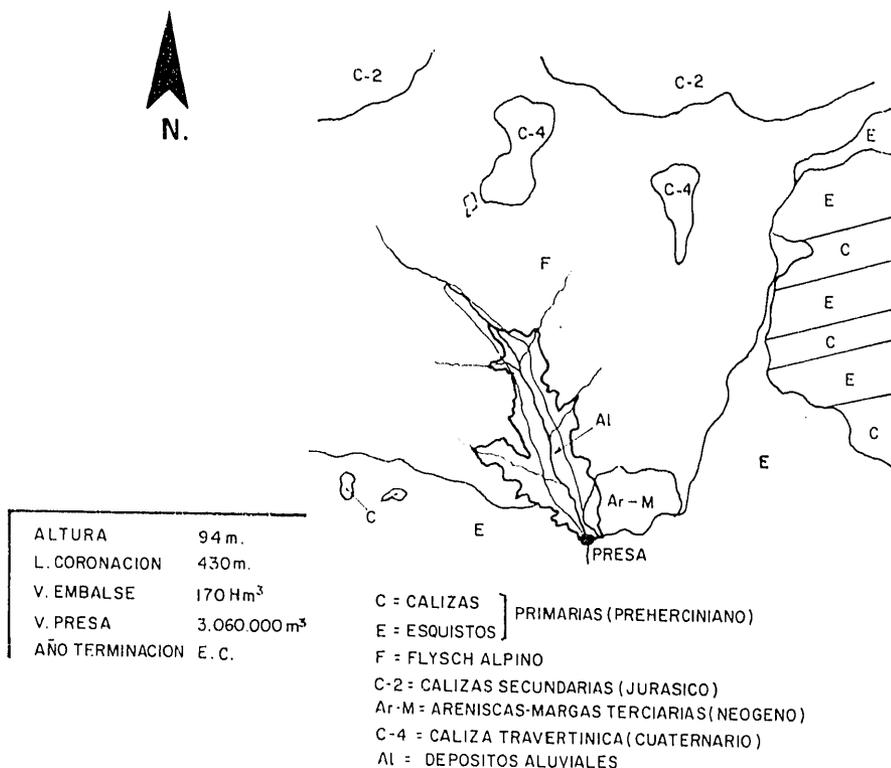


Fig. 19.—Presa Vega de Conde.



MATERIALES CUATERNARIOS

- | | |
|--|---|
| <p>1. ZAHORRA
 LL = 26 %
 IP = 8 %
 D.P.N. = 1,94 a 2 Tm/m³
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 20%</p> | <p>2. GRAVAS Y BOLOS
 D.P.N. = 2,12 Tm/m³
 PASA POR TAMIZ 200 ASTM = 3 al 10%</p> |
|--|---|

Fig. 20.—Presa de la Viñuela.

3. La exposición que precede trata de destacar la importancia de estudiar materiales sueltos, naturales, posibles en multitud de casos a base de formaciones cuaternarias, al emprender el proyecto de una presa. En la fase de estudio previo de posibilidades, es sin duda más rápido suponer un cierre con escollera de cantera y pantalla artificial, solución fácil de encajar en cualquier topografía; pero a la hora de comparar las posibles soluciones definitivas, el estudio sistemático de materiales naturales, económicos gracias a una mínima elaboración, resulta obligado.

Cuando la presa se asienta en formaciones no consolidadas, la solución de presa de tierras con tales ma-

teriales se considera siempre; en cambio, cuando la zona correspondiente está formada por rocas competentes y la plana aluvial es reducida, existe cierta tendencia a proyectar con materiales artificiales con preferencia a una búsqueda y estudio sistemático y exhaustivo de materiales sueltos de los que, el período Pliocuaternario ofrece un amplio muestrario.

Con la selección de presas que se han presentado hemos intentado mostrar una parte de la experiencia española en este sentido. La condición precisa para tal planteamiento, en que los materiales naturales juegan un papel predominante, es un estudio geomorfológico completo.